UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

FACULTÉ MIXTE de MÉDECINE et de PHARMACIE

ANNÉE 1964 N° 7

La Protection du Personnel en Radiodiagnostic d'Urgence

THÈSE

POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement en Janvier 1964

Par

JEAN SOULACROUP

Membres du Jury... MM. MARQUES, *Président*
MOREL, PASQUIE, PONS — *Assesseurs*
GEDEON, *Suppléant*

TOULOUSE
IMPRIMERIE P. ABRIBAT
26, RUE ALEXANDRE-FOURTANIER

1964

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK
LEIDEN

UNIVERSITE DE TOULOUSE

FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

TABLEAU DU PERSONNEL

DOYEN	M. LAZORTHES.
1er ASSESSEUR	M. BLANC,
2e ASSESSEUR	M. SOREL.
Doyens honoraires	MM. GORSE, CALVET, LEFEBVRE, BRUSTIER.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. RIBAUT, VALLOIS, RISER, CLERMONT, BOUNHOURE. BUGNARD. DELAS, TAPIE.

SECTION MEDECINE

PROFESSEURS

Clinique médicale	MM. MÉRIEL.
Clinique médicale	GADRAT.
Clinique chirurgicale et gynécologie	FABRE. (P.)
Clinique chirurgicale et du Cancer	GRIMOUD.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	VIRENQUE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	BAZEX.
Clinique des maladies de la tuberculose et pathologie interne	MOREL.
Clinique des maladies des voies urinaires	LHEZ.
Clinique médicale infantile et puériculture	SOREL.
Clinique médicale de la première enfance	BARDIER.
Clinique de neuro-chirurgie	LAZORTHES.
Clinique neurologique et psychiatrique	GÉRAUD,
Clinique obstétricale	GUILHEM.
Clinique odonto - stomatologique	CADENAT (E).
Clinique ophtalmologique	CALMETTES.
Clinique O.R.L. et chirurgie maxillo-faciale	CALVET.
Clinique Rhumatologique	RUFFIÉ (R.),
Clinique traumatologique des membres	RIEUNAU.
Accouchement et obstétricie sociale	PONTONNIER.
Anatomie	N
Anatomie appliquée	POULHES.
Anatomie pathologique	FABRE (J.).
Bactériologie, hygiène et médecine sociale	ANDRIEU.
Chimie biologique	VALDIGUIÉ.
Electro-radiologie	MARQUÈS.
Embryologie générale	BROUSSY (J.).
Histologie	BIMES.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	DARNAUD.
Médecine légale et médecine du travail	PLANQUES.
Médecine sociale	N
Parasitologie	BOUISSET.
Pathologie chirurgicale	DAMBRIN.
Pathologie générale et médecine expérimentale	SENDRAIL.
Physico-Chimie	AUVERGNAT.
Physiologie	LAPORTE (Y.),
Physiologie appliquée et pharmacologie	BAISSET.
Physique biologique et médicale	N
Propédeutique médicale	LAPORTE (J.).
Thérapeutique	DARDENNE.

PROFESSEURS A TITRE PERSONNEL

Anatomie générale et comparée	MM. COULOUMA.
Bactériologie	Mme ENJALBERT.
Biochimie médicale	DOUSTE-BLAZY.
Médecine générale	MONNIER.
Oto-Rhino-Laryngologie	CLAUX.
Pathologie médicale	BOULARD.
Pathologie chirurgicale	LAGROT.

PROFESSEURS SANS CHAIRE

Histologie et Embryologie	PLANEL.
Ophtalmologie	DEODATI.
Parasitologie	RUFFIÉ (J.).
Physiologie	MONTASTRUC.
Physique médicale	BRU.

MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

Anatomie	MM. BASTIDE.
Anatomie pathologique	BOUISSOU.
Anesthésiologie	LARENG.
Carcinologie	ESTRADE.
Chirurgie générale	GÉDÉON.
Electro-radiologie	PONS.
Hématologie	DUCOS.
Histologie et embryologie	GUILHEM (A.)
Pathologie expérimentale	GLEIZES.
Physiologie	BESSOU.
Physique médicale	COMMANAY.
Pneumo-phtisiologie	MIGUÈRES.

AGREGES

Médecine générale	MM. RIBAUT.
»	CALAZEL
»	RASCOL
»	LE TALLEC.
»	KIBET.
Chirurgie générale	ENJALBERT.
»	FICAT.
»	PASQUIÉ.
»	SOUQUET.
	SARRAZIN.
	GAUBERT.
Dermatologie et syphiligraphie	DUPRÉ.
Hydrologie	DENARD.
Médecine légale	GRÈZES-RUEFF.
Neuro-chirurgie	ESPAGNO Jacq.
Neurologie et psychiatrie	GAYRAL.
Obstétrique	ESPAGNO.
Ophtalmologie	PEC.
Pneumo-phtisiologie	DELAUDE.

AGREGES LIBRES

Anatomie	MM. THOMAS.
Pathologie chirurgicale	DIEULAFÉ.

SECTION PHARMACIE

PROFESSEURS

Botanique et Cryptogamie	Mme DULUC-MATHOU.
Chimie Analytique, Toxicologie et Hygiène industrielle	MM. BOURBON.
Chimie pharmaceutique	BLANC.
Matière médicale	VINCENT.
Pharmacie chimique et pharmacodynamie	CAUJOLLE.
Pharmacie galénique	STANISLAS.
Zoologie	ROUX,

PROFESSEURS A TITRE PERSONNEL

Botanique	ROQUES.
Pharmacie	M. COUTURIER.
Sciences Naturelles	Mme CAUJOLLE.

PROFESSEURS SANS CHAIRE

Microbiologie	PREUILLAUD.
Sciences Physiques	PITET.

MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

Toxicologie	BROUSSY (G.).

PERSONNEL ADMINISTRATIF

Secrétaire principal	M. ROCHE.
Secrétaire	M. BERRUT.

La Faculté déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats
(Délibération en date du 12 mai 1891)

SOULACROUP (Jean)

La Protection du personnel en radiodiagnostic d'urgence.

Toulouse - Imprimerie P. Abribat, 1964, in-8o - 32 pages.

Thèse de Médecine, Toulouse
N° 7.

PHARMACIE

N° 7

rsonnel

Urgence

SOULACROUP (Jean)

La Protection du personnel en radiodiagnostic d'urgence.

Toulouse - Imprimerie P. Abribat, 1964, in-8o - 32 pages.

Thèse de Médecine, Toulouse
N° 7.

:CINE

nvier 1964

›

›résident

Assesseurs

ppléant

SOULACROUP (Jean)

La Protection du personnel en radiodiagnostic d'urgence.

Toulouse - Imprimerie P. Abribat, 1964, in-8o - 32 pages.

Thèse de Médecine, Toulouse
N° 7.

1964

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546523_0094

A MON PERE ET A MA MERE

A MA FEMME

A MES ENFANTS

A MES AMIS

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR MARQUES

Professeur d'Electro Radiologie

Directeur du Centre Régional anti-cancéreux

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous avez fait en nous acceptant dans votre service et en acceptant de présider notre thèse.

A NOTRE JURY DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR MOREL

Professeur de clinique des maladies de la tuberculose
Chevalier de la Légion d'Honneur

Nous vous remercions de l'intérêt que vous nous avez toujours porté.

MONSIEUR LE PROFESSEUR PASQUIE

Professeur agrégé de chirurgie générale

Avec nos respectueux remerciements pour avoir bien voulu siéger à notre jury de thèse.

MONSIEUR LE PROFESSEUR PONS

Maître de conférence agrégé d'électro-radiologie
Radiologue des Hôpitaux

Vous nous avez inspiré le sujet de notre thèse.

Vous nous avez de tout temps accueilli chaleureusement dans votre service et prodigué un enseignement riche d'expérience.

Soyez assuré de notre plus vive gratitude.

MONSIEUR LE PROFESSEUR GEDEON

Avec nos respectueux remerciements pour avoir bien voulu siéger à notre jury de thèse.

INTRODUCTION

Les problèmes de protection contre les radiations ionisantes ont pris, au cours de ces dernières années une importance grandissante. Dans le cadre du contrôle de la protection dans les services d'électro-radiologie, il nous est apparu utile de nous pencher sur le cas particulier des manipulateurs amenés à pratiquer les examens d'urgence au lit du malade avec un matériel portatif.

Ce personnel, emprunté au Service Central et, de ce fait, déjà exposé régulièrement au risque radiologique, ne peut être considéré comme un utilisateur occasionnel : en effet la répartition du travail au sein du Service Central amène une même équipe à effectuer ces examens pendant une année consécutive. Il est donc normal de ne pas lui faire courir des risques inutiles pouvant aboutir après quelques années de manipulation et par effet cumulatif à un dépassement de la dose admissible.

Devant l'augmentation des demandes d'examens en radiodiagnostic d'urgence, ce travail nous a été suggéré à l'occasion de l'acquisition d'un nouveau matériel spécialement destiné au bloc d'urgence chirurgicale.

En conclusion de ce travail, nous avons essayé de délimiter le nombre d'examens admissibles par manipulateur et par semaine en fonction des résultats dosimétriques effectués sur ce matériel et pour comparaison sur celui déjà en notre possession.

CHAPITRE I

LA CONCEPTION ACTUELLE DES RISQUES

I. — LA PRISE DE CONSCIENCE DU RISQUE.

En 1928 le Roentgen ayant été fixé au Congrès de Stockolm comme unité Internationale de mesure, la dose de tolérance fut trouvée correspondre à 0,2 R par jour, soit le tiers du millième de la dose erythème.

Remise de nombreuses fois en question, cette dose n'a cessé de décroître : en 1946 Coliez propose à la Société d'Electro-Radiologie de FRANCE 0,1 R par période de 24 heures ; en 1949 le « National Commitee on radiation Protection » donne 50 mR par jour, dose mesurée dans l'air.

Des directives parurent au Journal Officiel des communautés européennes du 20 Février 1959 ; elles furent rendues applicables en FRANCE par une circulaire du 7 mars 1962.

Comme ordre de grandeur nous pouvons retenir que l'individu ne doit pas recevoir plus de 5 R par an ; si l'on convertit cette dose annuelle cela fait 0,1 R par semaine soit 20 mR par journée de 8 heures de travail.

Voilà donc une variation assez surprenante quand on la compare à la précision et à la rigueur de la pharmacologie classique. En fait la progression des connaissances radiobiologiques n'a évolué que très lentement. Cette longue évolution, depuis la découverte des rayonx X jusqu'à nos données actuelles n'a pu se faire que par une large expérimentation portant sur les microorganismes, les protozoaires, les animaux pluri-cellulaires et enfin l'homme.

Il est bien évident que les premiers utilisateurs, tel Becquerel en 1896, soupçonnèrent la possibilité de l'action à dis-

tance des corps radioactifs. D'innombrables expériences furent conduites par la suite avec le désir de connaître le mécanisme exact de cette action biologique. Ces recherches se heurtèrent à des difficultés considérables, la latence de production des réactions, les variations de réponse en fonction de l'individu et du milieu, autant de facteurs qui rendirent les conclusions aléatoires.

Il faut citer, à cette époque, la théorie des points chauds de Dessauer (1923) qui concevait l'action des radiations sous forme d'une élévation thermique localisée à une fraction d'atome, et celle de la cible, expliquée et démontrée par le calcul par Crowther (1926). Parallèlement, dès 1919, Muller s'attachait à étudier les mutations génétiques chez la drosophile, travaux qui furent repris largement développés par Timioféeff-Ressosky (1934) et par de nombreux autres auteurs.

Actuellement on considère que le transfert d'énergie s'effectue sous forme d'ionisation qui excite les atomes ou les molécules composant la matière vivante.

En parallèle de ces travaux de laboratoire, se développait la connaissance du danger des radiations. Dès 1928 le Comité International de Protection contre les Radiations est créé au Congrès de Stockolm. Mais ce n'est en fait qu'après 1945 que s'installa une prise de conscience générale : Hiroshima concrétisa les données des travaux chimiques et biologiques et permit une expérimentation sans précédent par l'ampleur du nombre d'individus intéressés ; les véritables courbes isodoses géographiques réalisées précisèrent l'importance de la toxicité pour une irradiation globale de l'individu. Le recul actuel permet de mieux apprécier l'importance des lésions tardives.

La presse Médicale et la presse Profane firent un large écho à ces évènements mais avec un retard considérable et assez étonnant. En 1954, toute la pathologie de la « bombe atomique » tenait en vingt-huit lignes dans le plus important traité de médecine français ! Un discrédit s'abattit alors sur tout phénomène radio-actif notamment dans son application au domaine médical. On s'inquiéta des risques génétiques et des doses-gonades distri-

buées aux patients au cours d'actes diagnostiques et thérapeutiques. Diffusée dans le grand public, cette tendance amena une défiance certaine devant toute demande d'examen ou de traitement.

Parallèlement se développait une importante industrie de l'atome, employant un éventail de personnel de plus en plus large. L'importance croissante de cette catégorie de travailleurs devait amener à une législation précisant les doses admissibles ; il faut entendre par là celles qui dans le domaine de nos connaissances ont le moins de chances de causer un effet nocif sur l'individu.

Que valent les données actuelles ? Il est difficile de le dire, les risques n'étant pas mathématiquement évaluables. Il est vraisemblable que les doses dites admissibles ne seront pas élargies mais au contraire retrécies bien qu'il ne faille pas surestimer le problème du danger des radiations.

II. — LES RISQUES ENCOURUS ET LA NOTION DE DOSE ADMISSIBLE.

Quoi qu'il en soit la notion de risques est admise ; on peut les classer schématiquement en risques locaux et généraux.

1°) *Les altérations loco-régionales et tissulaires.*

Elles furent les premières à être reconnues et rattachées à l'acion des radiations. Elles nécessitent pour se manifester une dose minima, relativement importante. Elles sont à l'heure actuelle faciles à éviter et ne relèvent plus que de causes accidentelles de surdosage. Rappelons

— les cataractes, avec les doses de 600 à 700 rads ;
— les risques de stérilité au niveau des gonades ;
— les atteintes des organes hématopoïétiques : les altérations de la formule sanguine apparurent vite comme le test le plus sensible de l'action des radiations. Elles restent, dans le cadre de nos connaissances, le test le plus fidèle et le plus précoce de la surveillance des sujets exposés : toute baisse de leucocytes, en-dessous de 4.000, tout augmentation en-dessus de 15.000 avec lymphocytose, une augmentation du volume des hématies, une polyglobulie, une anémie macrocytaire, autant de variations qui signent l'agression des organes sanguino-formateurs.

Quoi qu'il en soit ces variations peuvent être tardives et ne pas se manifester avant l'installation de lésions leucémiques

ou aplasiques graves ; pour ces sortes de radio-lésions le mécanisme de production est une destruction tissulaire.

Au-dessous d'une certaine dose, on n'observe aucun effet biologique ; au-dessus la lésion s'installe. On peut admettre qu'au-dessous d'un certain seuil le pourcentage cellulaire détruit ne déborde pas les moyens de défense du tissus lésé et la restauration est intégrale. Au-dessus, toute restauration est impossible.

2°) *L'action Mutagène, les radio-cancers, les radio-leucémies*

A côté de ces lésions se pose le problème des radio-cancers, des radio-leucémies et des altérations génétiques. L'induction par les radiations ionisantes en est depuis longtemps reconnue chez l'homme.

On peut se référer pour cela :

— aux leucémies humaines : de nombreux cas individuels ont été rapportés (Marie Curie et sa fille Irène Joliot-Curie).

— Les statistiques portant sur les radiologistes morts aux ETATS-UNIS entre 1929 et 1957 montrent une fréquence des leucémies 10 fois supérieure à la normale.

— les survivants d'HIROSHIMA : chez eux aussi fréquence dix fois supérieure à la normale avec le maximum 6 à 8 ans après irradiation.

— les malades traités pour affection non cancéreuse : le « British medical Research Council » rapporte une statistique portant sur 3.000 malades atteints de S.P.A. La fréquence là aussi se révèle 10 fois supérieure à la normale.

Il semble d'après ces statistiques que 100 rads délivrés à la moitié de la mœlle osseuse doublent la fréquence des leucémies après une période de latence de 5 ans.

— aux radio-cancers : le problème là est plus complexe, la radio-cancéro génèse ne paraissant pas relever d'un mécanisme univoque (de nombreux cas ont été rapportés, cas individuels après thorotrast, statistiques des survivants d'HIROSHIMA etc.)

Si ces faits sont admis, le mécanisme d'induction est complexe. Pour qu'il y ait apparition de cancer ou de leucémie, on peut admettre que doit se développer une lignée cellulaire nouvelle, différente de la lignée analogue normale. Il ne s'agit donc

plus de cellules détruites, mais de cellules modifiées dans leur potentiel évolutif c'est-à-dire mutées. Cette mutation est vraisemblablement rattachable à une altération des gènes chromosomiques Il suffit alors d'une paire d'ions pour induire une mutation à l'étage cellulaire. Les recherches expérimentales effectuées au niveau des cellules irradiées ont permis de constater qu'à l'étage cellulaire :

1°) le nombre des mutations est proportionnel à la dose

2ï) il n'existe pas de seuil : à toute dose si faible soit-elle correspond une certaine probabilité de provoquer une mutation.

3°) les mutations sont irréversibles et transmissibles aux cellules-filles, l'effet d'irradiations successives étant cumulatif quel que soit l'intervalle qui les sépare.

Ces constations sont valables à l'étage cellulaire ; à l'échelle de l'individu les relations entre la dose et l'effet restent le problème fondamental.

TUBIANA propose un essai de représentation schématique de la relation entre dose et effet sous forme d'une courbe parabolique.

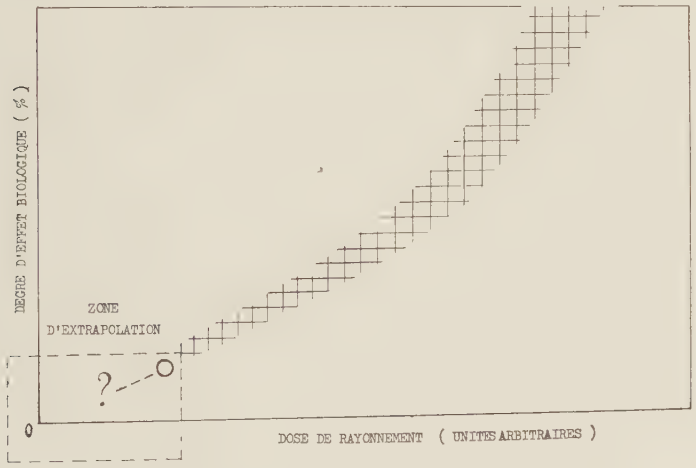

Fig. 1 d'après (Tubiana)
Relation entre la dose et l'effet biologique

La portion de courbe correspondant aux fortes doses est connue, son pied ne peut être jugé que par extrapolation.

Il conclut que dans cette zone, deux relations sont possibles
— soit relation linéaire sans seuil
— soit relation avec seuil relatif ou absolu.

Le problème de la dose et de l'effet biologique reste entier à l'échelle de l'individu. Elle obéit à la loi du tout ou rien.

CE QUI VARIE AVEC LA DOSE EST NON PAS L'IMPORTANCE DE L'EFFET BIOLOGIQUE, MAIS LA FREQUENCE AVEC LAQUELLE CELUI-CI SE PRODUIT.

Quoi qu'il en soit, en matière de radio-protection on est tenu d'agir en adoptant la position la plus pessimiste, bien que ce ne soit qu'une hypothèse de travail, le risque de mutation cellulaire restant le risque essentiel.

III. — LES DOSES ADMISSIBLES EN MILIEU PROFESSIONNEL.

Valables pour chaque élément de la population, ces restrictions appliquées aux travailleurs professionnels amènent à certaines considérations : c'est pour eux que la tolérance est la plus élevée d'une part parce qu'ils ne représentent numériquement qu'une faible fraction de l'ensemble de la population donc que les conséquences génétiques de leur irradiation sont faibles à l'échelle de la population, d'autre part, que toute profession comporte un risque.

La dose maxima admissible D (en rem) est fixée par la relation $D = 5\ (N - 18)$ où N est l'âge en années.

Ceci signifie qu'un travailleur peut recevoir en moyenne à partir de 18 ans 5 rem par an, qu'il peut recevoir un peu plus pour certaines périodes si cela est compensé par des doses moindres au cours des périodes précédentes et suivantes, le facteur principal étant la dose accumulée qui doit rester inférieur à D.

Si des expositions exceptionnelles ont lieu et que la dose totale admissible soit supérieure au chiffre de 5 rem par an, on doit réduire pendant 5 ans les doses de façon à revenir au total de 25 rem en 5 ans.

Il est enfin utile de souligner que le personnel employé est essentiellement du sexe féminin : il existe un risque non négligeable d'atteinte de l'embryon à sa période la plus sensible de sa croissance c'est-à-dire entre le 18^{e} et le 38^{e} jour, époque à laquelle la mère peut fort bien ignorer qu'elle est enceinte. C'est pourquoi dans ce cas particulier des doses de 2 à 5 R pouvant entraîner une action mutagène, il faudra se tenir régulièrement en deçà de la dose maxima admissible de 1,5 rem en 13 semaines, toute surexposition exceptionnelle étant inacceptable.

CHAPITRE II

LES POSSIBILITES DE PROTECTION EN DIAGNOSTIC D'URGENCE.

I. — LES UNITES DE MESURE EN RADIOPROTECTION.

Pour évaluer la quantité de risques encourus par un organisme en fonction de la dose absolue et de la qualité du rayonnement, les unités sont devenues de plus en plus précises, et, il faut bien le reconnaître, de plus en plus difficiles à comprendre. Rappelons que :

— le Roentgen est la dose de rayons X qui libère par centimètre cube d'air 2 milliards de paires d'ions ce qui correspond à une énergie absorbée de 88,5 ergs par gramme d'air.

— le rad représente une énergie absorbée de 100 ergs par gramme de substance irradiée quelconque.

— le rem (abréviation de roentgen equivalent man) est l'unité utilisée en radioprotection. Il équivaut au risque encouru par un organisme ayant reçu une dose de 1 rad de rayons X. On le multiplie par son facteur de qualité qui dépend du type de rayonnement utilisé.

Ce facteur F Q a été défini par la commission internationale de protection contre les radiations en 1959. Il est dans le cas des rayons X égal à 1, d'où, pour notre étude ; 1 rem = 1 rad.

II. — LES CONDITIONS DE TRAVAIL EN RADIOLOGIE D'URGENCE.

On peut dire qu'un grand nombre de facteurs défavorables sont réunis là :

— on fait appel aux membres les plus jeunes des équipes de manipulatrices ceci parce qu'aller « en urgence » est consi-

déré comme un travail ingrat réservé aux nouveaux venus. Ce sont donc les plus inexpérimentés en radio diagnostic qui vont en fait effectuer un travail de réalisation difficile : leur incompétence relative, leur ignorance des dangers aggravent d'autant les risques.

— on radiographie des malades en mauvais état général, souvent traumatisés graves, dont il serait vain d'attendre une coopération quelconque.

Il est de ce fait nécessaire d'avoir souvent recours à une contention manuelle pour réaliser un cliché correct.

— on radiographie au lit c'est-à-dire dans un espace réduit empêchant toute mise en place convenable, tout recul permettant de faire jouer la loi du carré des distances en faveur de l'exécutant.

— on ne dispose enfin d'aucun support de cassette valable ; ce qui implique pour tout cliché de profil une contention manuelle avec tous les risques d'exposition aux faisceaux directs que cela comporte.

Il faut souligner que les modalités d'agrément des centres de radio diagnostic, en application de la circulaire du 9 Avril 1962 fixent des normes précises pour le matériel et les locaux qui doivent être conformes à la norme N.F.C. 15-160 mais qu'il n'est édicté aucune règle d'utilisation pour les appareils portatifs. Or, lorsqu'une salle d'hospitalisation est transformée de façon courante à l'usage du radio-diagnostic, et si l'on considère que les actes pratiqués rentrent dans la catégorie C (Radiographie du squelette entier et du poumon, auxquels viennent s'ajouter les abdomens sans préparation, catégorie D), ces faits vont à l'encontre de l'esprit de la loi. Il faudrait en fait disposer d'un local de 20 m2 au minimum, avec les protections de parois et de distances, imposées par la circulaire. En matière de matériel les appareils utilisés ne seraient certes pas homologables pour le travail qu'on leur demande.

Notons enfin que l'on fait supporter aux voisins de lit du sujet examiné un dommage peut-être minime mais parfaitement injustifiable.

Au point de vue technique radiographique pure, 2 positions préférentielles sont utilisées comme dans tout examen : la

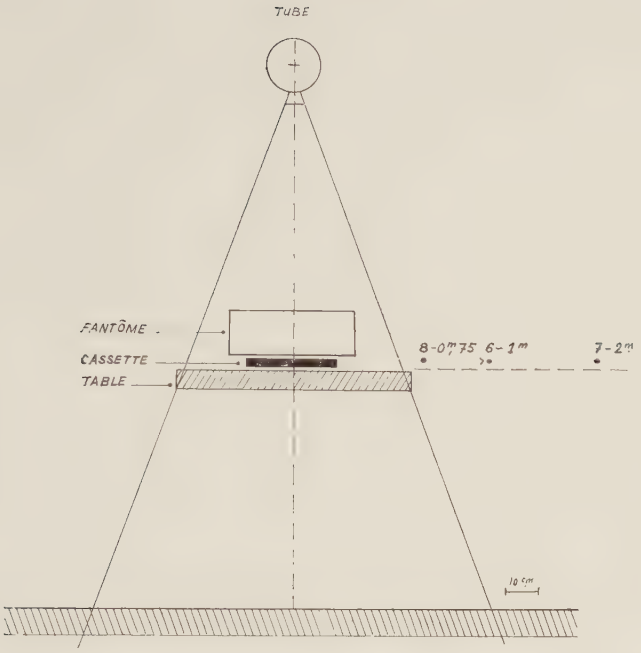

Fig. 2

— Coupe frontale passant par le foyer du tube en position verticale = répartition des films dans un plan parallèle au sol et passant par le plan d'examen.

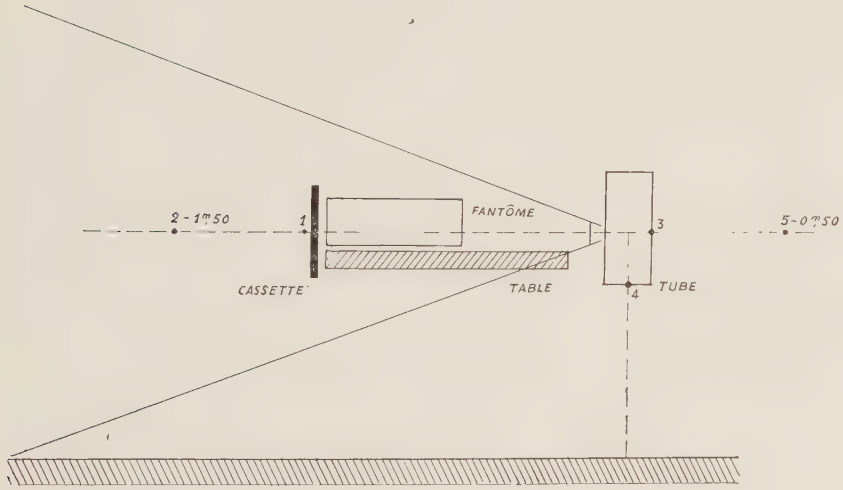

Fig. 3

— Coupe frontale = répartition des films dans l'axe du faisceau principal et au contact de la gaine.

face et le profil. Ceci présente un intérêt de par les positions respectives de l'opérateur et du tube.

— pour les films de face : le tube est vertical au-dessus du lit du malade, l'opérateur peu ou prou exposé au rayonnement direct et diffusé. La cassette est sous le malade, fig 2.

— pour le film de profil : le tube est horizontal placé au mieux entre les deux lits : l'opérateur est soit en arrière presque au contact du tube, soit légèrement sur le côté ; la cassette est verticale, maintenue à la main, fig. 3.

IV. — LES MESURES ET LEURS RESULTATS.

Nous avions à notre disposition deux types d'appareils de conception essentiellement différente.

— un picker à tube auto-redresseur débitant un maximum de 100 Kv et 35 mA, avec refroidissement par ventilateur dans la gaine.

— un Philipps à 4 redresseurs secs avec tube à bain d'huile à double foyer disposant de 125 Kv et de 150 mA.

Le picker dispose d'un petit localiseur amovible conique de 10 cm en métal. Nous l'avons trouvé empoussiéré, ce qui juge de la fréquence de son utilisation !

La gaine Philipps est munie d'un localiseur inamovible complété d'un jeu de fermeture en plomb délimitant exactement un champ rectangulaire à la dimension du film utilisé. Il est de plus équipé d'un centreur lumineux avec un croisillon permettant le réparage optique du faisceau principal. Notons enfin que le tube est soutenu par un bras articulé donnant 2 mètres d'écart entre le faisceau principal et le pupitre de commande. Il nous a paru utile, dans un temps préliminaire, d'impressionner avec les deux types d'appareils deux films présentant les mêmes caractéristiques de noircissement ; nous nous sommes placés pour cela dans des conditions de travail identiques :

— à travers un fantôme de paraffine.

— avec grille antidiffusante fixe standard.

En interposant deux échelles d'aluminium et une échelle de cuivre, après quelques essais, nous avons obtenu un noircissement avec échelles de densité comparables avec :

— pour l'ancien matériel : 82 Kv 32 mas - 1 m - 1 sec. (32 milli.)

— pour le nouveau matériel : 80 Kv 30 mas - 1 m - 2/10 sec. (150 milli.)

Matériel de mesure :

Nous avons utilisé le système des dosimètres à films photographiques fabriqués par la Maison KODAK sous la dénomination D.M.A.X. La maison fournit une échelle de densité permettant les mesures comparatives de noircissement. Cette échelle permet une étude pour des doses allant de 10 mR à 10 R. De plus il est possible, grâce à l'interposition de filtre, de mesurer approximativement la dureté de rayonnement enregistré ; ceci permet de faire le départ approximatif entre composantes molles et composantes dures, donc entre rayonnement diffusé et rayonnement direct.

Les mesures que nous avons effectuées ne cherchent pas à chiffrer avec précision les doses reçues mais à donner un ordre de grandeur acceptable. Nous avons procédé à un reétalonnage de l'échelle de noircissement en procédant à une étude comparative avec une chambre Victoreen : on peut admettre que la précision de l'approximation est de plus ou moins 10 p. cent.

On peut distinguer trois zones principales dans la répartition des radiations :

— une zone dans le cône du faisceau direct

— une zone atteinte par le rayonnement diffusé

— une zone dans le faisceau direct mais filtrée par le fantôme. Le volume respectif de ces zones est évidemment fonction de la forme du faisceau principal :

sur l'auto-redresseur le faisceau est représenté par un cône de 45° d'ouverture à sommet au niveau de la fenêtre du tube. Ce faisceau couvre, à 1,50 m du foyer, une plage circulaire de 1,25 m de diamètre.

Avec la gaine à bain d'huile le faisceau est délimité par le format de la fenêtre au plomb utilisée : il couvre, pour une surface utile de 24 x 30 cm à 1 m du tube, 36 x 45 cm à 1 m. 50. C'est ce type de localisateur que nous avons utilisé car il correspond à l'utilisation la plus fréquente.

Nous avons disposé les dosifilms dans l'espace en suivant la répartition figurée sur les schéma 2 et 3.

Ils sont situés dans l'axe du faisceau et dans le plan perpendiculaire à celui-ci passant par le plan d'examen. Il nous a enfin semblé utile de mesurer la protection offerte par la gaine des tubes.

RESULTATS DOSIMETRIQUES :

le premier chiffre correspond à l'auto-redresseuse, le second à la gaine à bain d'huile.

Mesures effectuées dans l'axe du faisceau

— au dos de la cassette : 0,75 mR, avec composantes essentiellement dures ; résultats comparables avec les deux types de matériel

— à 50 cm en arrière de la cassette 0,75 mR - 0,60 mR ; composantes à dominantes molles.

Mesures effectuées dans le rayonnement ambiant :

a) dans le plan d'examen :

— à 75 cm de l'axe du faisceau : 4 mR composantes dures
0,3 mR composantes molles

— à 1 m de l'axe : 3 mR composantes molles
0,2 mR composantes molles

— à 2 m de l'axe : 0,4 mR composantes molles, indosables.

b) à 50 cm en arrière de la gaine : 0,5 mR diffusé
0,1 mR diffusé

Mesures effectuées au contact de la gaine :

a) respectivement 0,3, 0,5 mR pour l'auto-redresseuse avec composantes dures, les films étant l'un à l'opposé de la fenêtre, l'autre en bout de gaine.

b) Indosable, avec les dosifilms pour la gaine à huile (inférieur à 0,1 mR).

ESSAIS D'APPROXIMATION DES DOSES REÇUES

Nous avons fait un relevé du nombre moyen d'examens effectués par une équipe travaillant de 14 h. à 20 h. : c'est dans cette période de la journée que se situe le maximum de demandes. Nous avons pris comme mois de référence la période située entre le 1er et le 30 juillet 1963 : pendant cette période il a été effectué 20 clichés par après-midi ce qui donne 100 films pour les 5 jours d'activité hebdomadaire.

Les doses reçues sont évidemment très variables d'un examen à l'autre et sont fonction de la partie du corps considérée. Il ne s'agit que d'un essai d'évaluation car il serait malaisé d'en entreprendre une étude systématique. Les constantes utilisées sont approximativement celle d'un crâne de face avec rayonnement dur et temps de pose court, conditions nécessaires à l'exécution de films corrects chez le traumatisé.

Avec le tube auto-redresseur

— pour l'opérateur manipulant l'appareil on peut considérer que la distance est approximativement de 0,75 m à 1 m de l'axe de faisceau pour les films en incidence de face, tube vertical et de 0,5 m en arrière ou sur le côté pour les films en incidence de profil, tube horizontal. Il reçoit en moyenne à la hauteur de l'abdomen 400 à 300 mR dans le premier cas et 50 à 100 mR dans le deuxième. On peut schématiquement admettre une dose de 0,2 à 0,3 R par semaine au niveau de l'abdomen. Ces doses correspondent à peu près aux doses moyennes effectivement mesurées chez les manipulateurs travaillant dans l'équipe d'urgence, et porteurs de dosifilms.

— pour le sujet porte-cassette, dans la partie protégée par le fantôme 0,70 à 0,75 R, dans le faisceau direct 2,5 R pour 20 expositions à 1,50 m.

1

5

2

6

3

7

4

8

Reproduction de quelques résultats parmi les plus démonstratifs

GAINE A BAIN D'HUILE

1

5

2

6

3

7

4

8

Reproduction de quelques résultats parmi les plus démonstratifs

Avec la gaine munie d'un centreur localisateur.

— pour l'opérateur, situé en pratique à 2 m de l'axe du faisceau nous n'avons relevé aucun noircissement des dosifilms situé à la place de l'opérateur. En se replaçant dans les conditions de l'étude précédente 0,3 à 0,2 mR dans le premier cas, indosable dans le deuxième.

Nombres d'examens admissibles

Il ressort de ces dosages que les anciennes conditions de travail sont inacceptables, amenant 2 à 3 fois la dose permise, une cadence normale devrait alors se limiter à 10 films par jour au maximum.

Le cas du sujet porte-cassette est hors de propos, aucun film ne devant plus être réalisé dans ces conditions. Un système simple et peu onéreux de contention de casette peut être utilisé dans tous les cas. En utilisant systématiquement un centreur localisateur correct la cadence journalière peut atteindre à 100 films, c'est-à-dire 5 fois les besoins actuels.

CONCLUSION

Les examens avec appareil portatif ne seront jamais une bonne solution tant sur le plan de la protection que des résultats radiographiques. Il n'en demeure pas moins que la conception des services de médecine implique un certain nombre d'examens au chevet de malade intransportable. Il est regrettable que la législation soit aussi imprécise sur ce secteur particulier du radiodiagnostic.

Quoi qu'il en soit nous avons pu faire regrésser de façon notable la dose ambiante :

— par l'adoption systématique d'une localisation correcte du faisceau primaire ;

— par l'éloignement de l'opérateur du champ d'examen

— par la suppression absolue de toute exposition en rayonnement direct.

Ces solutions sont classiques. Elles ne sont réalisables que par l'adoption d'un matériel adapté aux besoins. La contention manuelle doit être systématiquement écartée et remplacée par un système mécanique qui peut être simple et peu onéreux.

La qualité de la protection dépend aussi pour une grande part des conditions psychologiques de travail : un personnel éduqué, connaissant les risques recevra une dose très inférieure à celle reçue dans les mêmes conditions par un personnel abandonné à lui-même.

Disons enfin que la qualité photographique des épreuves s'est trouvée concuremment largement améliorée.

Vu et permis d'imprimer

Toulouse, le 8 janvier 1964

Le Recteur, Président du Conseil de l'Université

A. LOYEN.

BIBLIOGRAPHIE

Il ne saurait être question de présenter une bibliographie complète. Nous citons simplement les ouvrages auxquels nous avons fait des emprunts ou contenant eux-mêmes une importante bibliographie.

— CHANTEUR J., MARONI J.P. — Note relative à la détermination des doses d'expositions au niveau des opérateurs au cours de certains examens radiologiques per opératoires *ann. radiol.* 1962 (N° 5 et 6) P. 371-377.

— DELHERME. — nouveau traité d'électro-radiothérapie. MASSON et Cie Editeur 1961.

— GEORGES C. — radiation protection probleme in diagnostic roentgenology. *Am. G. Roetgenol.*, 1955 - 73 (n° 4) 649-654.

— HUC M. — le contrôle de la protection du personnel dans les services d'électro-radiologie. Mémoire pour le certificat de l'électro-radiologie PARIS 1950.

— METHOT et coll. — protection contre les radiations. Union médicale du Canada. *Tome 87* Décembre 1958.

— PONS. — la protection en radiodiagnostic : *Toulouse-Médical. Décembre* 1963.

— TAYLOR. — Education in radiation protection. *Amer. J. Radiology* 1955 73 (n° 2) 193-202.

— TUBIANA., DUTREIX, J.A., JOCKEY. — base physique de la radiothérapie et de la radiobiologie. MASSON et cie EDITEUR 1963.

TEXTES OFFICIELS

— C.E.E.A. (Communauté Européenne de l'Energie Atomique) directives fixant les normes de base relative à la protection sani-

taire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des radiations ionisantes.

(J.O. des communautés Européennes. 20.2.1959 et J. de radiologie 40-1959 n° 3 et 4 XIV et 50 LII).

— Ministère de la Santé Publique. — recommandations générale visant la protection contre les radiations. Circulaire du 3 juin 1957 J.O. du 11 Juillet 1957 P. 6825-6832.

— Comité de Contrôle des appareils de radiologie et d'électrologie médicale Journal de Radiologie 1960 *41* - 3 4 XII XXXIV.

— Ministère de la Santé Publique. — Agrément des installations radiologiques J.O. du 20 Avril 1962.